

实用传感器手册

张福学 编

电子工业出版社

实用传感器手册

张福学 编著

电子工业出版社

内 容 简 介

本书共三编。第一编是本书的主体部分，共30章，介绍各种传感器的原理、结构、性能、用途和参考价格。第二编介绍传感器专用测试装置。第三编介绍传感器厂商的主要产品和通信地址。

本书共介绍了十三个国家和地区的传感器产品及其检测装置。全书共编入1988个型号的产品介绍，其中国内占1526个型号。共编入国内外传感器企事业名录1384家，其中国内 842 家。

本书是有关传感器电子学专业的教学、科研和生产人员不可缺少的工具书，是应用传感器者必备的手册。

实用传感器手册

张福学 编著

责任编辑：林 培

*

电子工业出版社出版（北京海淀区万寿路）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北 北京市隆昌印刷厂印刷 印刷

*

开本：850×1168毫米1/32 印张：21.5 字数：536千字
1988年2月第一版 1988年2月第一次印刷
印数：1—10000册 定价：5.60元
统一书号：15290·669
ISBN7-5053-0180-2/TN88

前言

传感器电子学可以说是新一代的电子学，在信息社会里它倍受重视。为了促进这门新学科的发展，我们编著了本手册。

本手册是在当今国内外已刊印的九种不同名目的传感器手册的基础上编著的，它不仅包括了这些手册的主要内容，而且还增加了北京信息工程学院等单位新近研制的许多实用传感器，如张福学、胡信裕等同志研制的“PFRS型压电射流速率传感器”和张福学、朱蔚彤、杨秀峰发明的“电场治疗仪”，它是迄今内容最丰富的实用手册。考虑到有的厂商虽有产品介绍，而国内用户难于买到，这样的产品一般不列入，因此苏联等国家的产品暂未列入本手册。

在编著本手册中，令人遗憾的是国内传感器各企事业单位中有较全面产品介绍的是少数，有的厂（所）介绍产品时仅是无关紧要的几句话，如“我厂（所）有某某产品，欢迎选购”，这说明国内许多企事业单位对产品信息重视还处于萌芽阶段。正好相反，美、日等国提供的产品信息很全面。因此，手册有介绍国外产品详细而国内产品介绍过简单的倾向。希望本手册再版时，国内各企事业单位亦能提供较全面的传感器产品信息。

当今国内外对各种传感器的命名极不统一，大部分传感器按功能命名，少数传感器按原理（效应）命名。在编著本手册时，为了尽量保持原厂商的产品名称，传感器根据名称归类，因此本手册两种分类均有。这样，虽然分类不统一，但对手册的使用者可能更方便一些。另外，为了让用户了解厂商原产品技术规范，国外未用国际标准单位的产品，该手册中仍保留原单位制。

北京信息工程学院杨秀峰、胡信裕、祖漪清、高国伟等同志撰写了各自新近研制产品的稿件，王其善、朱蔚彤、张文忠、吴

进兴、张毅、王丽坤、杨秀峰、高国伟等同志分别审阅了部分稿件，钱萍同志具体帮助撰写和出版；电子工业部第十一研究所燕秀荣同志撰写了部分红外传感器稿件；电子工业部第四十九研究所李兴腾同志提供了国内传感器企事业单位名录；武汉仪器仪表学会程维治同志提供了国外传感器厂商名录。在此，对以上诸位同志表示衷心的感谢！

由于编著者水平有限，书中必有谬误，敬请广大读者批评指正。

编著者

1986·6·12

目 录

第一编 实用传感器

第一章 角参量传感器.....	(1)
§1.1 角速率传感器	(1)
§1.2 角度传感器	(14)
§1.3 水准器与倾斜仪	(20)
§1.4 角位移传感器	(22)
§1.5 转速传感器	(25)
§1.6 角加速度传感器	(26)
第二章 加速度传感器.....	(28)
§2.1 线性加速度传感器	(28)
§2.2 加速度传感器	(30)
§2.3 内装电子电路的压电加速度传感器	(46)
§2.4 冲击加速度传感器	(49)
§2.5 挠性加速度传感器	(51)
§2.6 发动机和机翼测振传感器	(52)
§2.7 高温加速度传感器	(53)
§2.8 磁电式加速度传感器	(54)
§2.9 电容式加速度传感器	(55)
§2.10 ENDEVCO 型压电加速度传感器	(56)
§2.11 其它加速度传感器	(59)
第三章 速度传感器.....	(61)
§3.1 速度传感器	(61)
§3.2 流速和流向传感器	(62)
§3.3 风速计	(63)
§3.4 长行程速度传感器	(65)
第四章 力敏元件与传感器.....	(66)
§4.1 应变计	(66)

§4.2	力传感器	(69)
§4.3	直流发电机计力仪	(71)
§4.4	张力传感器	(72)
§4.5	土和岩石应力传感器	(73)
§4.6	其它力传感器	(74)
第五章	压力传感器	(77)
§5.1	压力传感器	(77)
§5.2	微压传感器	(81)
§5.3	动压力传感器	(84)
§5.4	静压力传感器	(88)
§5.5	拉压传感器	(89)
§5.6	张丝压力和张力传感器	(92)
§5.7	膜式压力传感器	(94)
§5.8	压力盒	(96)
§5.9	高温压力传感器	(97)
§5.10	电子压力传感器	(98)
§5.11	土压力传感器	(99)
§5.12	电感式和电容式压力传感器	(101)
§5.13	液压传感器	(103)
§5.14	弹簧压力计	(104)
§5.15	气压传感器	(105)
§5.16	压力探针	(105)
§5.17	硅-蓝宝石压力传感器	(107)
§5.18	精密压力传感器	(108)
§5.19	固态压力传感器	(109)
§5.20	压电型压力传感器	(118)
§5.21	活塞式压力计	(123)
§5.22	其它压力传感器	(124)
§5.23	数字压力传感器	(127)
§5.24	压力变送器	(131)
第六章	荷重传感器	(139)

§6.1	荷重传感器	(139)
§6.2	称重传感器	(146)
§6.3	负荷传感器	(148)
§6.4	电子秤	(150)
§6.5	其它力敏传感器	(152)
§6.6	转换器和显示器	(154)
第七章	差压传感器	(156)
§7.1	差压传感器	(156)
§7.2	湿差和温-湿差压传感器	(163)
§7.3	压力、差压和绝对压变送器	(165)
第八章	力矩和转矩传感器	(167)
§8.1	力矩传感器	(167)
§8.2	扭矩传感器	(167)
§8.3	转矩传感器	(171)
第九章	位移传感器	(173)
§9.1	位移传感器	(173)
§9.2	行程传感器	(175)
§9.3	引伸传感器	(176)
§9.4	电感式传感器	(178)
§9.5	数字位移计	(178)
§9.6	其它位移传感器	(179)
第十章	位置和距离传感器	(188)
§10.1	位置传感器	(188)
§10.2	霍尔线性传感器	(190)
§10.3	VE-221型间隙探测器	(191)
§10.4	接触传感器	(193)
§10.5	高频涡流差动变压器	(196)
§10.6	HCPL-3700型电平检测隔离器	(197)
第十一章	尺寸传感器	(200)
§11.1	厚度传感器	(200)
§11.2	深度传感器	(201)

§11.3	倾斜仪	(201)
§11.4	尺寸传感器	(202)
§11.5	其它尺寸传感器	(203)
第十二章 流量传感器		(204)
§12.1	超声流量计	(204)
§12.2	涡流传感器	(208)
§12.3	电磁流量计	(210)
§12.4	转子流量计	(215)
§12.5	质量流量计	(216)
§12.6	靶式流量计	(217)
§12.7	其它流量计	(217)
§12.8	流量变送器	(222)
§12.9	三角柱流量变速器	(224)
第十三章 物位传感器		(227)
§13.1	液体深度传感器	(227)
§13.2	超声液位计	(229)
§13.3	电容式液位计	(230)
§13.4	浮子式液位计	(231)
§13.5	界面传感器	(232)
§13.6	液位控制器	(234)
§13.7	其它液位计	(236)
§13.8	液位变送器	(244)
第十四章 物性量传感器		(247)
§14.1	浊度传感器	(247)
§14.2	浓度传感器	(250)
§14.3	pH 计	(252)
§14.4	电导计	(253)
§14.5	粘度计	(254)
§14.6	电极	(256)
§14.7	SHR-2型超声硬度计	(257)
§14.8	物性量变送器	(258)

第十五章 湿敏传感器 (259)

§15.1 湿敏器件 (259)

§15.2 湿度传感器 (261)

§15.3 电子湿度计 (266)

§15.4 电容式湿度传感器 (269)

§15.5 湿度计 (269)

§15.6 露点传感器 (270)

§15.7 湿度控制器 (273)

§15.8 D 型陶瓷湿敏传感器 (274)

§15.9 DWS-P 型温度-湿度传感器 (275)

第十六章 气敏传感器 (277)

§16.1 气敏元件与传感器 (277)

§16.2 气敏传感器 (278)

§16.3 气敏检测仪 (283)

§16.4 氧传感器 (284)

§16.5 氢传感器 (287)

§16.6 红外分析仪 (288)

§16.7 热导气体分析仪 (292)

§16.8 可燃气体报警器 (293)

§16.9 烟度探测器 (297)

§16.10 其它气敏传感器 (298)

第十七章 热敏传感器 (300)

§17.1 热敏电阻 (300)

§17.2 热电偶 (309)

§17.3 热敏电阻与传感器 (312)

§17.4 温度传感器 (326)

§17.5 温度计 (332)

§17.6 高温计 (333)

§17.7 温度探测器 (335)

§17.8 薄膜温度传感器 (337)

§17.9 铂电阻温度传感器 (339)

§17·10 石英温度传感器	(342)
§17·11 红外辐射高温计	(343)
§17·12 表面温度传感器	(344)
§17·13 袖珍温度传感器	(345)
§17·14 数字温度传感器	(347)
§17·15 其它	(348)
第十八章 磁传感器	(351)
§18·1 一般霍尔器件	(351)
§18·2 硅霍尔器件	(354)
§18·3 锗霍尔器件	(354)
§18·4 砷化镓霍尔器件	(356)
§18·5 砷化钢霍尔器件	(359)
§18·6 磁传感器	(360)
§18·7 线性传感器	(370)
§18·8 霍尔传感器	(371)
§18·9 电流传感器	(373)
§18·10 磁强计	(376)
第十九章 红外传感器	(382)
§19·1 红外光电晶体管	(382)
§19·2 红外传感器	(388)
§19·3 红外线温度传感器	(394)
§19·4 红外探测器	(402)
§19·5 HgCdTe 红外探测器	(411)
§19·6 红外接收器	(415)
§19·7 热电堆	(415)
§19·8 其它红外装置	(418)
第二十章 光敏元件与传感器	(419)
§20·1 光敏电阻器	(419)
§20·2 光敏晶体管	(420)
§20·3 光敏组件	(433)
§20·4 光电耦合器件	(434)

§20.5	光测量头	(437)
§20.6	探测头	(438)
§20.7	光电编码器	(439)
§20.8	光电断路器	(446)
§20.9	光传感器	(452)
§20.10	图像传感器	(455)
§20.11	光纤传感器	(462)
§20.12	反射式光电传感器	(463)
§20.13	硅光电池	(468)
§20.14	其它	(470)
第二十一章 声和超声传感器		(474)
§21.1	传声器	(474)
§21.2	声和超声换能器	(478)
§21.3	水听器	(485)
§21.4	探头	(487)
§21.5	噪声计	(489)
§21.6	DS 型地听器	(490)
§21.7	EFR-RSB40K 型超声陶瓷话筒	(490)
第二十二章 开关元件与接近传感器		(493)
§22.1	霍尔开关	(493)
§22.2	无触点开关	(494)
§22.3	舌簧开关	(496)
§22.4	磁开关	(500)
§22.5	光电开关	(503)
§22.6	红外开关	(505)
§22.7	接近传感器	(507)
§22.8	开关电路	(509)
§22.9	图象传感器式线性开关	(510)
§22.10	FTC 型热敏实芯继电器	(510)
§22.11	控制器	(511)
§22.12	其它	(513)

第二十三章 压敏电阻器	(514)
§23·1 氧化锌压敏电阻器	(514)
§23·2 碳化硅压敏电阻器	(515)
§23·3 RM型硅压敏电阻器	(515)
§23·4 环形压敏电阻器	(516)
§23·5 高压压敏电阻器	(516)
§23·6 避雷器	(517)
第二十四章 射线与微波传感器	(518)
§24·1 RTG-2型 β 射线测厚探头	(518)
§24·2 密度计	(518)
§24·3 浓度计	(519)
§24·4 微波流量计	(520)
§24·5 姿态传感器	(521)
§24·6 距离传感器	(522)
第二十五章 医用传感器	(524)
§25·1 血压传感器	(524)
§25·2 张力和收缩力传感器	(525)
§25·3 生理压力传感器	(526)
§25·4 心音与颈动脉压传感器	(528)
§25·5 测温传感器	(529)
§25·6 脉象传感器	(530)
§25·7 流量传感器	(532)
§25·8 超声换能器	(533)
§25·9 医用电极	(535)
§25·10 其它医用传感器	(540)
§25·11 电场治疗仪	(541)
第二十六章 气象传感器	(545)
§26·1 风速传感器	(545)
§26·2 超声波风速温度仪	(546)
§26·3 气压传感器	(547)
§26·4 湿度传感器	(549)

§26.5	干湿表	(550)
§26.6	积雪仪	(551)
第二十七章 化学传感器		(554)
§27.1	离子计	(554)
§27.2	离子选择性电极	(556)
§27.3	氧化还原计	(561)
§27.4	酸度和盐度计	(562)
第二十八章 传感器及其接口电路		(564)
§28.1	DN 型霍尔集成电路	(564)
§28.2	JCM100 型磁敏接口电路	(566)
§28.3	电流型磁敏元件接口集成电路	(567)
§28.4	SG59003 型传感器接口电路	(567)
§28.5	A-LWF-3 型应变放大接口适配仪	(568)
第二十九章 验证声音、笔迹和指纹等特征的传感技术		(569)
§29.1	AVVS 型验证语音和笔迹的装置	(569)
§29.2	语音验证系统	(571)
§29.3	用于身份验证的压电笔	(572)
§29.4	签字验证书写台	(573)
§29.5	指纹自动识别仪	(574)
第三十章 其它实用传感器		(576)
§30.1	热敏和湿敏传感器及其变送器	(576)
§30.2	HD 型湿度和露点检测仪	(578)
§30.3	Huceram-Ⅲ 型湿敏和气敏传感器	(579)
§30.4	非接触式数字速度计和长度计	(580)
§30.5	压力/温度传感器	(581)
§30.6	流体传感器	(581)
§30.7	电位传感器	(582)
§30.8	色敏传感器	(583)
§30.9	其它	(584)

第二编 传感器测试装置

一、测试系统	(586)
二、振动台和控制仪	(587)
三、ST 型油膜滑台	(588)
四、定标源与辐射源	(588)
五、DB-2 型低频激光校准台	(589)
六、XDS-1A 型四相低频信号发生器	(590)
七、8401智能数字应变仪	(590)
八、16通道变增益低通滤波器	(590)
九、放大器	(591)
十、激振锤	(593)
十一、记录仪	(593)

第三编 传感器厂商名录

一、中国传感器企事业名录	(594)
二、日本传感器厂商名录	(640)
三、美国传感器厂商名录	(655)
四、苏联传感器厂商名录	(662)
五、西德传感器厂商名录	(664)
六、英国传感器厂商名录	(671)
七、法国传感器厂商名录	(673)
八、其它国家和地区传感器厂商名录	(674)

第一编 实用传感器

第一章 角参量传感器

§1.1 角速率传感器

PFRS 型压电射流速率传感器

PFRS 型压电射流速率传感器的工作原理如图 1.1 所示,射流是由压电泵励产生的一种气态层流束,它对哥氏加速度特别敏感。射流束以恒速度 v_i 运动,当沿传感器壳体的输入轴加上角速率 ω_i 时,射流束即偏离中心位置。偏离的量值和方向决定于外加角速率的矢量特性。设偏离的量值为 y ,则哥氏加速度:

$$\ddot{y} = 2\omega_i v_i$$

经过两次积分可得偏离量:

$$y = \omega_i v_i T^2 \quad (1.1)$$

敏感元件(一对导线)设置在距离喷嘴 L 处,显然, $L = v_i T$,故还可得到偏离量的另两种表达式:

$$y = \omega_i L T \quad (1.2)$$

$$y = \omega_i \frac{L^2}{v_i} \quad (1.3)$$

由上述偏离量 y 的三种表达式可知,流束位置的偏离量正比于垂直射流轴外加的输入角速率的量值。由式(1.2)可看出,在恒输入角速率 ω_i 的条件下,射流的偏离量正比于射流的长度 L 和射流迁移时间 T 的乘积。由式(1.3)可看出,当射流长度 L 一定时,偏离量反比于射流速度 v_i 。

由图 1.1 可看出,角速率使射流偏离中心位置并作用到敏感

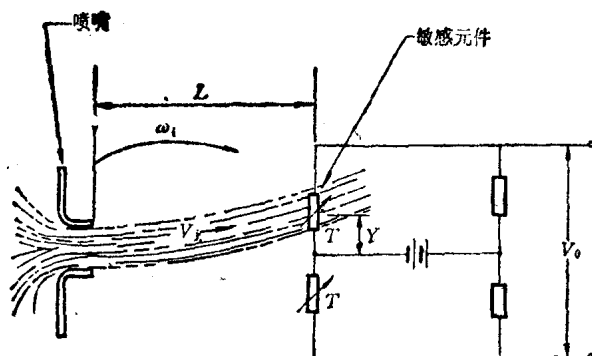


图 1.1 工作原理图

元件 T 上, 敏感元件因受射流冷却而发生电阻变化, 使电桥失去平衡, 输出正比于角速率的电信号。

PFRS 型压电射流速率传感器的结构剖面图如图 1.2 所示, 在传感器中连续循环地通过喷嘴的恒速层流由压电泵产生, 压电泵是由两片薄的压电晶片和一片周界弹性安装环组成, 压电晶片用作调谐元件使泵以固有频率振动^①。

PFRS 型压电射流速率传感器实际上是一种固态速率陀螺,

动态范围($^{\circ}/s$)	500 ± 100	比例系数($V/^{\circ}/s$)	0.0862 ± 0.002
非线性度(%FS)	2	噪声灵敏度	可忽略不计
灵敏限($^{\circ}/s$)	< 0.1	耐冲击(g)	纵向 16000, 横向 800
分辨率($^{\circ}/s$)	< 0.1	MTBF(h)	250,000
零位输出($^{\circ}/s$)	2	准备时间(ms)	< 80
固有频率(Hz)	40	工作温度($^{\circ}C$)	$-34 \sim 74$
零位漂移($^{\circ}/s/min$)	0.76	电源	$\pm 15V$ DC; 22mA
滞后($^{\circ}/s$)	0.6	体积(cm^3)	172
g 灵敏度($^{\circ}/s$)	1.0	重量(g)	340
振动灵敏度($^{\circ}/s$)	$2(\sim 2000Hz)$	参考价格(元)	500~10,000

它具有陀螺的功能而没有传统陀螺的高速转子, 因此这种固态速

① 张福学等编著, 《压电铁电应用》, 国防工业出版社, 1987年3月第一版。